

# ハイブリッドブレーキダンパー Hybrid Brake Damper

石川 理都子 Ritsuko Ishikawa  
 佐野 剛志 Takeshi Sano  
 後閑 章吉 Shokichi Gokan  
 (本社設計本部)  
 遠藤 文明 Fumiaki Endo  
 (本社設計本部)

## 1. はじめに

最近の高層建物は大きな塔状比をもつものが多く、耐震性のみでなく、強風時や中小地震時に快適な居住性能を確保することが重要な課題となっている。従来、居住性能改善のための制振装置は、耐震性能改善のための制震装置とは別個に設置されていたが、最近では、耐震性能と居住性能を同時に改善できる装置の開発が進んでいる。

当社でも、このような居住性・耐震性改善のための制震装置として、居住性能改善に効果のある粘弾性ダンパー<sup>1)</sup>と、耐震性能改善に効果のあるブレーキダンパー<sup>2)</sup>を、直列に配置したハイブリッドブレーキダンパーを開発した。

ここでは、ハイブリッドブレーキダンパーの概要と、性能確認のための動的加振試験結果について報告する。

## 2. 制振装置の概要

Fig.1にハイブリッドブレーキダンパーの概念図を示す。ブレーキダンパーは、皿バネの特性を利用して軸力の一定管理を可能にした摩擦ダンパーであり、設定したすべり荷重を超える外力が作用すると、ブレーキ材が摺動して振動エネルギーを吸収する。粘弾性ダンパーは、アクリル系の粘弾性体を鋼板に挟み、粘弾性体の変形により振動エネルギーを吸収するもので、ひずみ(振幅/厚さ)1%程度から300~500%までの広い範囲で振動エネルギーを吸収することが確認されている。

これらのダンパーを直列に配置することにより、強風や中小地震などの小さな揺れでは粘弾性ダンパーが、大地震の際にはブレーキダンパーが働いて、居住性能と耐震性能をひとつのダンパーで改善することが可能となる。

## 3. 動的加振試験

### 3.1 試験体の概要

加振試験用の試験体は、Fig.2とTable 1に示す2種類4体を製作した。タイプAは、ブレーキダンパーを角形鋼管に挿入し、鋼管の外側に粘弾性体を取り付けたもので、薄い間仕切り壁の内部に設置可能であるとともに、ダンパー部が長い取り付け部材の剛性を容易に確保できるメリットがある。

一方、タイプBは、H形鋼を用いてブレーキダンパーと多層型の粘弾性ダンパーをボルト接合したもので、製作が容易であるためタイプAと比較してコストパフォーマンスに優れている。また、エネルギー吸収による粘弾性体の温度上昇とともに剛性が低下して過大な変形が生じるのを防止するために、粘弾性体の

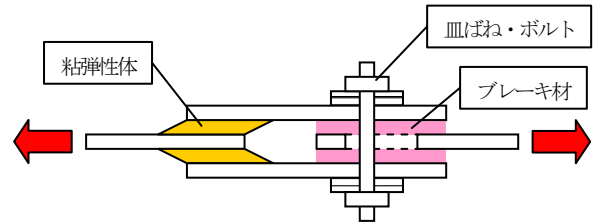
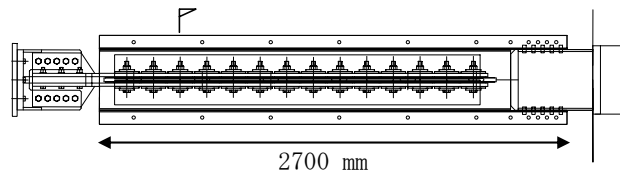
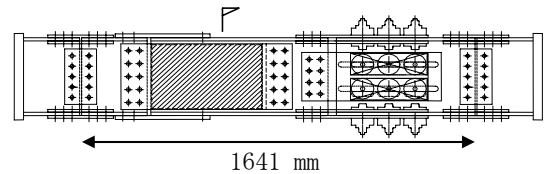


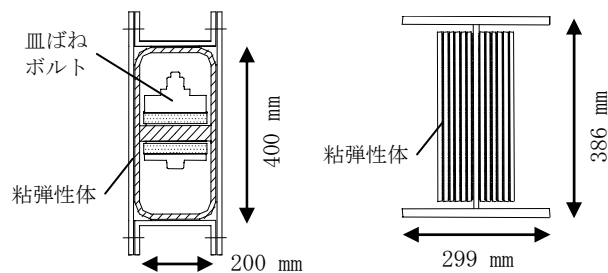
Fig. 1 制振装置の基本構成  
Basic Composition of Hybrid Brake Damper



側面図 (タイプ A-1)



側面図 (タイプ B-2)



断面図 (タイプ A-1)

断面図 (タイプ B-2)

Fig. 2 試験体の概要  
Shape of Damper Specimens

Table 1 試験体一覧  
List of Damper Specimens

試験体	すべり荷重	粘弾性体 厚さ	粘弾性体 面積	試験内容
A-1	1500 kN	3.0 mm	2.112 m <sup>2</sup>	軸方向加振
A-2	500 kN	3.0 mm	0.864 m <sup>2</sup>	軸方向加振
B-1	1500 kN	3.0 mm	2.597 m <sup>2</sup>	軸方向加振
B-2	650 kN	3.0 mm	1.290 m <sup>2</sup>	フレーム加振

ひずみを500%程度に抑えるストッパーを装備している。

いずれも、一般的な建物に適用しやすい性能として、すべり荷重1500kNを基本としたが、試験機の性能限界に対応して、タイプAでは500kN、タイプBでは650kNの試験体を用意した。

### 3.2 試験内容

各試験体の基本諸元と試験内容をTable 1に示す。タイプAの試験体については軸方向加振を行い、タイプBでは1500kN試験体の軸方向加振試験を行うとともに、650kN試験体を加力フレームにブレースとして組み込んだ状態での加振試験を実施した。

## 4. フレーム加振試験結果

性能確認試験のうち、大林組技術研究所で実施したB-2試験体のフレーム加振試験について以下に紹介する。

Photo 1に試験装置を示す。試験体と取り付け用H形鋼を高力ボルト接合したブレースを加力フレームに組み込み、1000kNアクチュエータにより変位制御加振を行った。

加振試験結果の一部をFig. 3に示す。ブレース全体の等価減衰定数は、微小変形時で30~35%、大変形時で50~60%程度となっている。また、大変形時にも粘弾性ダンパーが変形を分担するため、ブレーキダンパーのストロークに余裕が生じることも期待できる。レベル2の告示波による20層建物(S造、高さ83.6m、1次固有周期2.04秒)の弾性応答解析で得られた14階の床応答波形を入力したケースでは、粘弾性ダンパーの変形がストッパー限界である16mmに達しているが、ストッパーが正常に作動したため、粘弾性体の破断を防止できた。

告示波入力による、各部のエネルギー吸収量をFig. 4に示す。入力エネルギーのうち半分程度を粘弾性ダンパーが吸収していることがわかる。

## 5. まとめ

耐震性能と居住性能を同時に改善できるハイブリッドブレーキダンパーについて、ブレース型試験体を加力フレームに組み込んで加振試験により性能を確認した。

高層ビルやベンシルビルなど塔状比が大きく居住性能改善が必要な建物にハイブリッドブレーキダンパーを適用することにより、設計自由度を向上し、制振システム導入費用を削減する効果が期待できる。

### 参考文献

- 1) 笠井, 他: 粘弾性体の温度・振動数・振幅依存を考慮した構成則(その1), 日本建築学会構造系論文集No. 543, pp. 77~86, 2001年
- 2) 佐野, 他: 高力ボルト摩擦接合滑りダンパー(ブレーキダンパー)の開発, 大林組技術研究所報No. 62, pp. 13~20, 2000年
- 3) 後閑, 他: 粘弾性体と摩擦ダンパー(ブレーキダンパー)の直列接合からなる制振装置(その5~その7), 日本建築学会学術講演梗概集B-2, pp. 767~772, 2006年

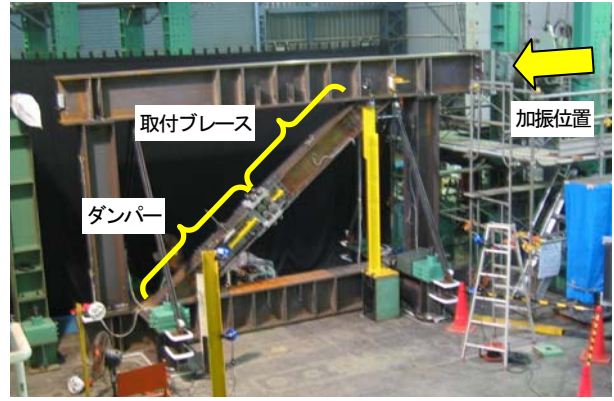


Photo 1 フレーム加振試験装置  
State of Test Frame

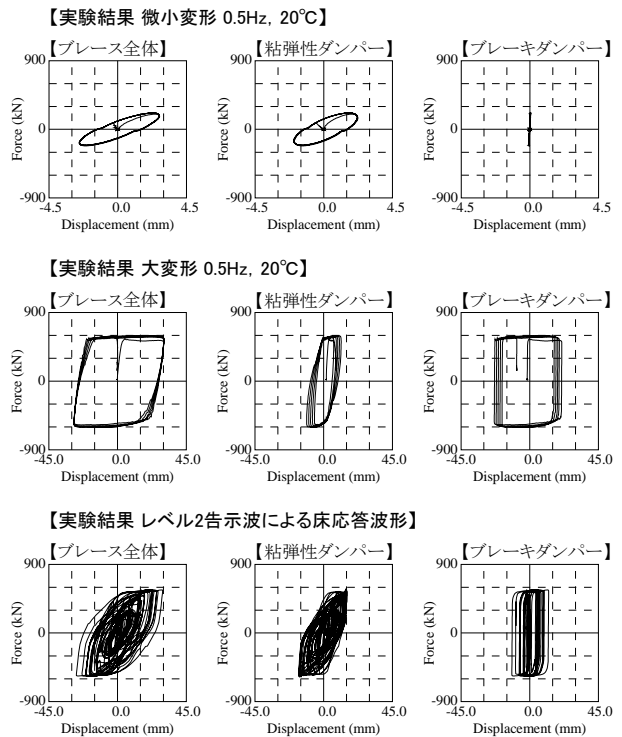


Fig. 3 荷重-変位関係  
Relation between Load and Deformation

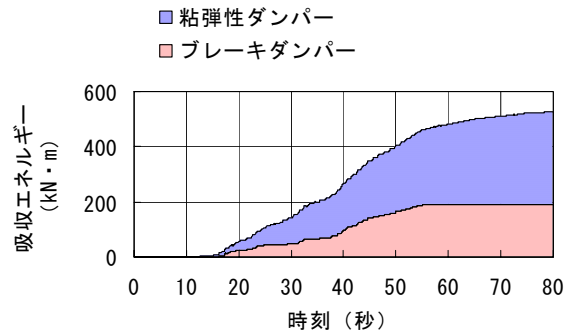


Fig. 4 エネルギー吸収量  
Time History of Energy Absorbing Capacity